

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月20日  
Date of Application:

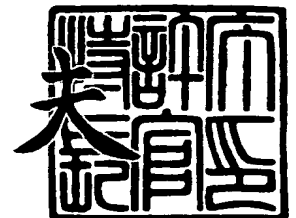
出願番号 特願2003-011359  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-011359]

出願人 ファナック株式会社  
Applicant(s):

2003年12月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3107038



【書類名】 特許願

【整理番号】 21620P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G05B 19/19

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 豊沢 雪雄

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 園田 直人

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

**【選任した代理人】****【識別番号】** 100102495**【弁理士】****【氏名又は名称】** 魚住 高博**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 015473**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9306857**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 サーボモータ駆動制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 周期的に動作する被駆動体をサーボモータで駆動制御する制御装置であって、  
前記被駆動体の位置を検出する位置検出器と、  
サーボモータに与える位置指令と、前記位置検出器からフィードバックされた前記被駆動体の位置との偏差をサンプリング周期毎に取得する手段と、  
前記位置偏差を前記被駆動体の所定位置、もしくは指令位置での位置偏差に変換する第 1 の変換手段と、  
第 1 の変換手段で求められた所定位置に対する位置偏差より所定位置に対する補正データを求める補正データ算出手段と、  
補正データ算出手段で求めた補正データを少なくとも 1 周期分記憶する記憶手段と、  
該記憶手段に記憶された位置に対応する補正データから前記サンプリング時の補正データに変換する第 2 の変換手段とを備え、  
前記位置偏差と第 2 の変換手段で求めた補正データに基づいて前記被駆動体を位置制御することを特徴とするサーボモータ駆動制御装置。

【請求項 2】 補正データ算出手段は、前記被駆動体の所定位置、もしくは指令位置での位置偏差と前記記憶手段に記憶された 1 周期前の前記被駆動体の対応する所定位置、もしくは指令位置における補正データとを加算する加算手段と、  
該加算手段で加算された位置偏差をフィルタリングして新たな補正データを求め前記記憶手段に出力するフィルタ手段とを具備することを特徴とする請求項 1 に記載のサーボモータ駆動制御装置。

【請求項 3】 周期的に動作する被駆動体をサーボモータで少なくとも位置ループ制御を行って駆動制御する制御装置であって、  
前記被駆動体の所定単位間隔毎の所定位置、もしくは指令位置に対する補正データを 1 周期分記憶する記憶手段と、  
前記記憶手段に記憶された位置に対応する補正データより前記サンプリング時の

補正データを求める第2の変換手段と、  
第2の変換手段で求められた補正データより補正量を求めて前記位置偏差を補正する手段と、  
サンプリング時に検出される位置偏差と第2の変換手段で求められた補正データを加算する加算手段と、  
加算結果をフィルタリングしてサンプリング時の更新された補正データを求めるフィルタ手段と、  
フィルタ手段から出力されたサンプリング時の補正データより所定単位間隔毎の所定位置に対する補正データを求め前記記憶手段に出力する第1の変換手段と、  
を備えたことを特徴とするサーボモータ駆動制御装置。

【請求項4】 前記第1の変換手段は、サンプリング周期毎に検出される位置偏差と前記被駆動体の位置、もしくは指令位置より、所定位置毎の位置偏差を得ることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のサーボモータ駆動制御装置。

【請求項5】 前記第1の変換手段は、サンプリング周期毎に求められた補正データと前記被駆動体の位置、もしくは指令位置より、所定位置毎の補正データを得ることを特徴とする請求項3に記載のサーボモータ駆動制御装置。

【請求項6】 前記第2の変換手段は、サンプリング時に検出された被駆動体の位置と前記記憶手段に記憶する所定位置毎の補正データに基づいてサンプリング時の補正データを求める請求項1乃至3の内いずれか1項に記載のサーボモータ駆動制御装置。

【請求項7】 速度指令又は速度フィードバック信号の極性を判定する極性判定部を備え、前記記憶手段は、速度指令の極性に応じてそれぞれの補正データを記憶する2つの記憶部を有し、前記極性判定部で判別された速度指令の極性に応じて2つの記憶部のいずれかに切り換えることを特徴とする請求項1乃至6の内いずれか1項に記載のサーボモータ駆動制御装置。

【請求項8】 前記記憶手段に記憶する補正データに対する前記所定位置は、外部から基準信号が入力されたときの被駆動体の位置、もしくは指令位置を零位置として前記各所定位置が決められる請求項1乃至7の内いずれか1項に記載

のサーボモータ駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、数値制御装置等の制御装置によって、駆動制御される工作機械や産業機械等におけるサーボモータの駆動制御装置に関する。特に、所定一定パターンの位置指令によって同一形状を繰り返し加工する等の同一動作パターンを繰り返し行う際に用いられる学習制御に関する。

【0002】

【従来の技術】

同一パターンの指令が繰り返し指令されて加工等を行う場合、制御偏差を零近くまで収束させて加工精度を向上させる方法として学習制御が知られている。ワーク1回転等のパターン動作の時間を学習の周期として、ワークを複数回回転させて所定制御周期毎に位置偏差を求め、該位置偏差に基づいて補正データをメモリに記憶しておき、当該パターン周期の各制御周期の位置偏差に、メモリに記憶する1つ前のパターン周期における対応する制御周期の補正データを加算することによって、位置偏差を零に収束させようとするものである（例えば、特許文献1、特許文献2参照）。

【0003】

【特許文献1】

特開平4-362702号公報

【特許文献2】

特開平6-309021号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

モータの指令速度が変化すると、学習の周期が変化するため、すでに学習制御により、得られた補正データは使用できなくなり、再度補正データを作成する必要がでてくる。又、指令速度が変化し、その変化に周期性がない場合には、学習制御により得られる補正データは時間の関数として得られているものであるから

、前回のパターン周期で得られた補正データは当該パターン周期における各制御周期における補正データに対応しなくなり、使用できないものとなる。

#### 【0005】

同一パターン周期で指令される指令は位置の指令であり、位置に対応したパターンの指令である。しかし、学習制御で1パターン周期分の補正データを記憶するメモリには、位置・速度制御周期等の所定制御周期毎の補正データが1パターン周期分記憶されるものであり、1つ前のパターン周期で記憶した各制御周期毎の補正データの一番古いデータ、すなわち、1パターン周期前の補正データに基づく補正量が位置偏差に加算されるものであるが、モータ速度が変動していることから、この位置偏差に加算される1パターン周期前の補正データは、ワーク位置としては対応しないものとなる。その結果、位置偏差は零に収束しないものとなる。

そこで、本発明の目的は、速度変動があっても、学習制御を有効に適用できるサーボモータ駆動制御装置を提供することにある。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1に係わる発明は、周期的に動作する被駆動体をサーボモータで駆動制御する制御装置であって、前記被駆動体の位置を検出する位置検出器と、サーボモータに与える位置指令と、前記位置検出器からフィードバックされた前記被駆動体の位置との偏差をサンプリング周期毎に取得する手段と、前記位置偏差を前記被駆動体の所定位置、もしくは指令位置での位置偏差に変換する第1の変換手段と、第1の変換手段で求められた所定位置に対する位置偏差より所定位置に対する補正データを求める補正データ算出手段と、補正データ算出手段で求めた補正データを少なくとも1周期分記憶する記憶手段と、該記憶手段に記憶された位置に対応する補正データから前記サンプリング時の補正データに変換する第2の変換手段とを備え、前記位置偏差と第2の変換手段で求めた補正データに基づいて前記被駆動体を位置制御することによって、同様に速度変動があっても位置偏差を小さな値に保持できる。

又、請求項 2 に係わる発明は、前述した補正データ算出手段を、前記被駆動体の所定位置、もしくは指令位置での位置偏差と前記記憶手段に記憶された 1 周期前の前記被駆動体の対応する所定位置、もしくは指令位置における補正データとを加算する加算手段と、該加算手段で加算された位置偏差をフィルタリングして新たな補正データを求め前記記憶手段に出力するフィルタ手段で構成するようにした。

#### 【0 0 0 7】

請求項 3 に係わる発明は、周期的に動作する被駆動体をサーボモータで少なくとも位置ループ制御を行って駆動制御する制御装置であって、前記被駆動体の所定単位間隔毎の所定位置、もしくは指令位置に対する補正データを 1 周期分記憶する記憶手段と、前記記憶手段に記憶された位置に対応する補正データより前記サンプリング時の補正データを求める第 2 の変換手段と、第 2 の変換手段で求められた補正データより補正量を求めて前記位置偏差を補正する手段と、サンプリング時に検出される位置偏差と第 2 の変換手段で求められた補正データを加算する加算手段と、加算結果をフィルタリングしてサンプリング時の更新された補正データを求めるフィルタ手段と、フィルタ手段から出力されたサンプリング時の補正データより所定単位間隔毎の所定位置、もしくは指令位置に対する補正データを求め前記記憶手段に出力する第 1 の変換手段とを設けて、同様に速度変動があっても位置偏差を小さく保持できるようにした。

#### 【0 0 0 8】

又、請求項 4 に係わる発明は、請求項 1 又は請求項 2 に記載の発明において、前記第 1 の変換手段を、サンプリング周期毎に検出される位置偏差と前記被駆動体の位置、もしくは指令位置より、所定位置毎の位置偏差を得るものとした。又、請求項 5 は請求項 3 に係わる発明において、前記第 1 の変換手段を、サンプリング周期毎に求められた補正データと前記被駆動体の位置、もしくは指令位置より、所定位置毎の補正データを得るものとした。請求項 6 に係わる発明は、前記第 2 の変換手段を、サンプリング時に検出された被駆動体の位置、もしくは指令位置と前記記憶手段に記憶する所定位置毎の補正データに基づいてサンプリング時の補正データを求めるものとした。請求項 7 に係わる発明は、速度指令又は速

度フィードバック信号の極性を判定する極性判定部を設けると共に前記記憶手段に速度指令の極性に応じてそれぞれの補正データを記憶する2つの記憶部を設け、前記極性判定部で判別された速度指令の極性に応じて2つの記憶部のいずれかに切り換えて使用するようにした。さらに、請求項8に係わる発明は、前記記憶手段に記憶する補正データに対する前記各所定位置を、外部から基準信号が入力されたときの被駆動体の位置、もしくは指令位置を零位置として決めるようにした。

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

図1は、本発明の一実施形態の要部ブロック図である。数値制御装置等の上位制御装置から出力された位置指令とサーボモータ7に取り付けられて該サーボモータの位置（該サーボモータの位置により該サーボモータで駆動される被駆動体の位置）を検出する位置検出器8からの位置のフィードバックを演算器1で減じて位置偏差を求め、該位置偏差に後述する学習制御手段10からの補正量を演算器2で加算して補正し、この補正された位置偏差にポジションゲイン3を乗じて速度指令を求める。いわゆる位置ループ制御処理を行い速度指令を求める。この速度指令に対して、速度制御器4により、速度ループ制御処理を行い（サーボモータ又は被駆動体の速度を検出する図示していない速度検出器からのフィードバックされる速度と速度指令との差である速度偏差を求め比例積分制御等の速度ループ制御を行う）、電流指令を求める。この電流指令と図示していない電流検出器からフィードバックされる電流フィードバック量より電流制御器5で電流ループ制御処理して電流増幅器6を介してサーボモータ7を駆動制御する。

上述した構成及び作用は、演算器2で位置偏差に学習制御手段10からの補正量を加算する点を除いて、従来の、サーボ制御装置と同一である。

#### 【0010】

本発明の実施形態においては、学習制御手段10がこのサーボ制御装置に付加され、しかも、この学習制御手段10は、加工されるワークの位置に応じて補正量が位置偏差に補正される点において特徴を有するものである。

#### 【0011】

学習制御手段 10 は、上位制御装置等からの基準信号でオンするスイッチ 11 と、所定サンプリング周期毎（位置、速度ループ処理周期毎）に検出される位置偏差から被駆動体の位置（サーボモータの位置）、もしくは指令位置に対する位置偏差に変換する時間・位置変換手段 12 と、該時間・位置変換手段（第 1 の変換手段） 12 で求められた所定位置における位置偏差とメモリ手段 15 に記憶する対応する 1 パターン周期前の所定位置における補正データを加算する加算器 13 と、加算器 13 の出力をフィルタ処理して補正データを求めるフィルタ手段（例えば FIR 型のローパスフィルタ） 14 と、各所定位置の補正データを記憶するメモリ手段 15 と、該メモリ手段 15 の各所定位置に対応するメモリ部から読み出された補正データを位置に対応するものから時間に対応する補正データに変換する位置・時間変換手段（第 2 の変換手段） 16 と、該時間に対する補正データに対して制御対象の位相遅れとゲイン低下分を補償して演算器 2 に出力する動特性補償要素 17 より構成されている。

#### 【0012】

メモリ手段 15 には、繰り返し指令されて加工するワーク形状の 1 パターン周期を分割し、所定移動距離毎の位置における補正データを記憶するメモリ部を少なくとも備えている。1 パターン周期を  $2\pi$  として分割幅を  $d$  とすると少なくとも  $(2\pi/d)$  個のメモリ部を備えている。例えば、 $(2\pi/d) = q$  とすれば、パターンにおける位置  $\theta(0) = 0 = 2\pi$  から位置  $\theta(q-1) = 2\pi - d$  までの各位置における補正データを記憶するメモリ部を備えている。以下、この  $\theta(0) = 0 = 2\pi \sim$  位置  $\theta(q-1)$  までのメモリ手段 15 に補正データが記憶される各位置をグリッド位置という。

#### 【0013】

なお、本実施形態では、メモリ手段 15 には、サーボモータ 7 の正回転時に対応した補正データを記憶するメモリと逆回転における補正データを記憶するメモリを備え、正・逆回転判定手段 20 によって、速度制御器 4 に入力される速度指令又は図示しないが速度フィードバック信号の極性より、サーボモータ 7 の回転方向を検出して自動的に正回転方向に対するメモリか、逆回転方向に対するメモリかを選択するようにしている。

## 【0014】

時間・位置変換手段12は、基準信号によってスイッチ11がオンしたとき、位置検出器8からフィードバックされる位置Pを繰り返し制御におけるパターン周期の原点位置とし該位置を $\theta(0)$ とする。以下この位置検出器8からフィードバックされる位置、もしくは指令位置 $P(n)$ よりパターン周期における位置 $\theta(n)$ を求める。さらに、位置偏差 $\epsilon$ は所定サンプリング周期（位置・速度ループ処理周期）毎求められ、時間の関数として求められ、ワーク位置やサーボモータの回転位置に対応して求められるものではない。そこで、時間・位置変換手段12で、サンプリング周期で求めた位置偏差 $\epsilon$ を位置検出器8からフィードバックされる位置、もしくは指令位置 $P(n)$ に基づいて、該位置 $P(n)$ に対応するグリッド位置 $\theta(n)$ における位置偏差に変換する。そして、加算器13で該グリッド位置 $\theta(n)$ における位置偏差とメモリ手段15に記憶する該グリッド位置 $\theta(n)$ に対応する補正データ $\delta(n)$ を加算してフィルタ手段14でフィルタ処理して当該グリッド位置 $\theta(n)$ の更新補正データ $\delta(n)$ を求め、該グリッド位置 $\theta(n)$ に記憶する補正データを更新する。

## 【0015】

又、位置・時間変換手段16は、サンプリング周期毎（位置、速度ループ処理周期毎）に、位置検出器8からフィードバックされる位置 $P(n)$ に基づいて、該位置 $P(n)$ の前後のグリッド位置 $\theta(m)$ 、 $\theta(m+1)$ における補正データ $\delta(m)$ 、 $\delta(m+1)$ より位置 $P(n)$ における補正データ $\delta(n)$ を求める。すなわちこの補正データは当該サンプリング時の補正データを意味し時間をベースとした補正データとなる。

## 【0016】

こうして求めた補正データを従来と同様に動特性補償要素17により位相遅れ、ゲインの低下を補償して補正量を求め演算器2に出力し、位置偏差 $\epsilon$ にこの補正量を加算し、ポジションゲイン3を乗じて速度指令を求めることになる。

## 【0017】

図2は、時間・位置変換手段12によるサンプリング時に得られた位置偏差 $\epsilon$ をグリッド位置 $\theta$ における位置偏差に変換する処理の説明図である。横軸は時間

(サンプリング時間)、縦軸の上方向は、位置  $P(n)$  又はパターン周期における位置を表すグリッド位置  $\theta(n)$  を示す。又、縦軸の下方向は、位置偏差  $\epsilon$  を表す。

前サンプリング周期  $t(n-1)$  で求められた位置偏差が  $\epsilon(n-1)$ 、位置検出器 8 からフィードバックされた実際の位置、もしくは指令位置が  $P(n-1)$  であったとする。当該サンプリング時  $t(n)$  において求められた位置偏差が  $\epsilon(n)$ 、位置検出器 8 からフィードバックされた実際の位置、もしくは指令位置が  $P(n)$  とする。前サンプリング周期と今回のサンプリング周期における位置  $P(n-1)$  と  $P(n)$  の間のグリッド位置を求める。例えば図 2 に示すようにグリッド位置  $\theta(c)$  がこの位置  $P(n-1)$  と  $P(n)$  の間に存在するものとする。

#### 【0018】

又、サンプリング時  $t(n-1)$ 、 $t(n)$  において、検出された位置偏差が  $\epsilon(n-1)$ 、 $\epsilon(n)$  であると、位置検出器 8 からフィードバックされる実際位置、もしくは指令位置が  $P(n-1)$  と  $P(n)$  の間で位置偏差が直線的に変化しているものと近似して、位置が  $P(n-1)$  と  $P(n)$  間のグリッド位置  $\theta(c)$  での位置偏差  $\epsilon(c)$  は、次の 1 式で示すように、内挿補間することによって、求めることができる。なお、位置  $P(n-1)$  と  $P(n)$  をパターン周期内における位置に変換したものを  $\theta(n-1)$ 、 $\theta(n)$  とする。

#### 【0019】

$$\epsilon(c) = \epsilon(n-1) + \{(\theta(c) - \theta(n-1)) \cdot \{\epsilon(n) - \epsilon(n-1)\} / \{\theta(n) - \theta(n-1)\}\} \quad \dots (1)$$

こうして求めたグリッド位置  $\theta(c)$  の位置偏差  $\epsilon(c)$  とメモリ手段 15 のグリッド位置  $\theta(c)$  に対応して記憶する補正データ  $\delta(c)$  を加算器 13 で加算し、その後、フィルタ手段 14 の処理をして新たなグリッド位置  $\theta(c)$  に対応する補正データ  $\delta(c)$  を求め、メモリ手段 15 のグリッド位置  $\theta(c)$  に対応するメモリ部に格納し更新される。なお、位置  $P(n-1)$  ( $=\theta(n-1)$ ) と  $P(n)$  ( $=\theta(n)$ ) 間にグリッド位置がない場合には、メモリ手段の補正データの更新は行われない。又、この、位置  $P(n-1)$  ( $=\theta(n-1)$ )

と  $P(n)$  ( $=\theta(n)$ ) 間に複数のグリッド位置が存在する場合には、この複数のグリッド位置に対する補正データの更新がそれぞれなされる。

#### 【0020】

図3は、位置・時間変換手段16によるサンプリング時に得られた位置検出器8からの実際の位置  $P(n)$  より該サンプリング時の補正データ  $\delta(n)$  を求める処理の説明図である。

当該サンプリング時に得られた位置検出器8からの実際の位置、もしくは指令位置  $P(n)$  をパターン周期における位置に変換した位置が  $\theta(n)$  であるとする、該位置  $\theta(n)$  の前後のグリッド位置  $\theta(m)$  ,  $\theta(m+1)$  に対応してメモリ手段15に記憶する補正データが  $\delta(m)$  ,  $\delta(m+1)$  であったとする。そして、グリッド位置  $\theta(m)$  から  $\theta(m+1)$  まで補正データは直線的に変化するものと近似すると、当該サンプリング時のパターン周期における位置  $\theta(n)$  に対応する補正データ  $\delta(n)$  は次の2式による補間処理によって得られる。

#### 【0021】

$$\delta(n) = \delta(m) + \{\theta(n) - \theta(m)\} \cdot \{\delta(m+1) - \delta(m)\} / \{\theta(m+1) - \theta(m)\} \dots \dots (2)$$

こうして得られた補正データ  $\delta(n)$  は、当該サンプリング時の実際の位置  $P(n)$  に対応するものであるから、当該サンプリング時における補正データとして用いることができ、前述したように動特性補償処理をして補正量を求め当該サンプリング周期の位置偏差に加算することになる。

#### 【0022】

なお、各サンプリング時には、位置・時間変換手段16の処理を先に実行し、その後、時間・位置変換手段12の処理を実行し、メモリ手段15に記憶する補正データの更新を行うようにする。

#### 【0023】

図4は、位置・速度ループ処理等を行うサーボ制御装置のプロセッサ、もしくは学習制御手段独自に設けたプロセッサが所定サンプリング周期（位置・速度ループ処理周期）毎実施する学習制御処理のフローチャートである。

## 【0024】

まず、数値制御装置等の上位制御装置が出力される位置指令を取り込むと共に、位置検出器 8 からフィードバックされてくる実際の位置  $P(n)$  を読み取る（ステップ 100, 101）。指令位置からフィードバックされた実位置  $P(n)$  を減じて位置偏差  $\epsilon(n)$  を求める（ステップ 102）。次に、前述したように、検出した実位置  $P(n)$  の前後のグリッド位置  $\theta(m)$ ,  $\theta(m+1)$  を求め、該グリッド位置  $\theta(m)$ ,  $\theta(m+1)$  に対応してメモリ手段 15 に記憶する補正データ  $\delta(m)$ ,  $\delta(m+1)$  を求め前述した 2 式の演算によって、検出した実位置  $P(n)$ 、すなわち当該サンプリング周期時における補正データ  $\delta(n)$  を求める（ステップ 103）。

## 【0025】

この補正データ  $\delta(n)$  に対して動特性補償処理をして補正量を求める（ステップ 104）。求めた補正量をステップ 102 で求めた位置偏差  $\epsilon(n)$  に加算する（ステップ 105）。この補正量が加算された位置偏差にポジションゲインが乗じられて速度指令が求められ、さらには速度ループ処理がなされるが、この点は従来と同様であることから図 4 では省略している。

## 【0026】

一方、ステップ 101 で検出した実位置  $P(n)$  と 1 つ前のサンプリング周期で検出した実位置  $P(n-1)$  の間のグリッド位置  $\theta(c)$  を求め、実位置  $P(n-1)$ 、実位置  $P(n)$  と共に求めた各サンプリング時の位置偏差  $\epsilon(n)$ ,  $\epsilon(n-1)$  により、前述した 1 式の演算処理を行うことによって、グリッド位置  $\theta(c)$  の位置偏差  $\epsilon(c)$  を求める（ステップ 106）。

## 【0027】

この求めた位置偏差  $\epsilon(c)$  とメモリ手段 15 に記憶するグリッド位置  $\theta(c)$  に対応する補正データ  $\delta(c)$  を加算し（ステップ 107）、フィルタリング処理して更新した補正データ  $\delta(c)$  を求め（ステップ 108）、グリッド位置  $\theta(c)$  の補正データを更新した補正データ  $\delta(c)$  に書き替えて更新し（ステップ 109）、当該サンプリング周期の処理を終了する。

## 【0028】

以下、各サンプリング周期（位置・速度ループ処理周期）毎、上述した図4に示す処理を実行し、1パターン周期における位置、すなわち、ワーク加工形状における位置に対応して、補正量が求められ位置偏差を補正する位置による学習制御がなされることになる。そのため、速度変動があっても、位置に対する補正データの関係は変動せず、正確に位置偏差を零に収束させることができる。

### 【0029】

図5は、本発明の第2の実施形態の要部ブロック図である。この第2の実施形態は、学習制御手段10'の構成が異なるもので、時間・位置変換手段（第1の変換手段）12がフィルタ手段14の後に設けられている点である。なお、第1の実施形態と対応する要素は同一符号を付している。

### 【0030】

この第2の実施形態では、サンプリング時に求めた位置偏差 $\epsilon(n)$ と、該サンプリングに対応する1パターン周期前の補正データを加算器13で加算した後フィルタ手段14の処理を行い、当該サンプリング時の補正データを求める。この補正データに対して時間・位置変換手段（第1の変換手段）12で時間・位置変換処理を行いグリッド位置 $\theta(c)$ における補正データを求める。

### 【0031】

前周期のサンプリング時に求めた補正データを $\delta(n-1)$ 、当該サンプリング時で求めた補正データを $\delta(n)$ 、グリッド位置 $\theta(c)$ に対応する補正データを $\delta(c)$ とすると、上述した1式において、 $\epsilon(c)$ の代わりに $\delta(c)$ 、 $\epsilon(n-1)$ の代わりに $\delta(n-1)$ 、 $\epsilon(n)$ の代わりに $\delta(n)$ を用いて、次の3式の演算を行う。

### 【0032】

$$\delta(c) = \delta(n-1) + \{(\theta(c) - \theta(n-1)) \cdot \{\delta(n) - \delta(n-1)\} / \{\theta(n) - \theta(n-1)\}\} \dots (3)$$

こうして求めたグリッド位置 $\theta(c)$ に対する補正データ $\delta(c)$ をメモリ手段15に格納し補正データ更新する。

### 【0033】

又、位置・時間変換手段（第2の変換手段）16による処理は、第1の実施形

態と同一であり、該位置・時間変換手段 16 が加算器 13 に出力される点において相違するのみである。他は第 1 の実施形態と同一であり、説明を省略する。

上述した各実施形態では、位置検出器 8 で、サーボモータの位置を検出してフィードバックするようにしたが、該サーボモータ 7 で駆動される被駆動体の移動位置を直接位置検出器で検出しフィードバック（ブロッククローズド・ループ）するものにも本発明は適用できるものである。

#### 【0034】

図 6 は、本発明の効果を検証するために行った実験結果を表す図である。この実験では、速度指令を 300 rpm とし、速度が 1 % 変化した場合の 1 回転につき 4 回の外乱成分を与えて、学習制御のない場合（図 6（a））、従来の学習制御を行った場合（図 6（b））、本発明による位置による学習制御を行った場合（図 6（c））を比較したものである。横軸が時間で縦軸は位置偏差である。

#### 【0035】

図 6（a）に示されるように、学習制御がない場合には 1 % の速度変化があっても、位置偏差には変化がなく、大きな位置偏差となっている。

又、図 6（b）に示す従来の学習制御を適用したときには、速度変化が生じると位置偏差が増大し、速度変化に対応できないことが分かる。

一方、本願発明の位置による学習制御を適用した図 6（c）では、速度変化があっても、位置偏差は零に収束した小さな値に保持され、速度変化に対しても追従していることが分かる。

#### 【0036】

##### 【発明の効果】

本発明は、学習制御において、繰り返し指令されるパターンにおける形状の位置に対応して補正データを記憶しておき、位置に対応して位置偏差を補正する学習制御としたから、速度変動があっても、位置偏差を零に収束するように小さなものにすることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

本発明の一実施形態の要部ブロック図である。

**【図 2】**

同実施形態における時間・位置変換手段によるサンプリング時に得られた位置偏差を位置における位置偏差に変換する処理の説明図である。

**【図 3】**

同実施形態における位置・時間変換手段による位置に対する補正データからサンプリング時の補正データに変換する処理の説明図である。

**【図 4】**

同実施形態において、サンプリング周期毎実施される学習制御処理のフローチャートである。

**【図 5】**

本発明の第 2 の実施形態の要部ブロック図である。

**【図 6】**

本発明の効果を検証するために行った実験結果を表す図である。

**【符号の説明】**

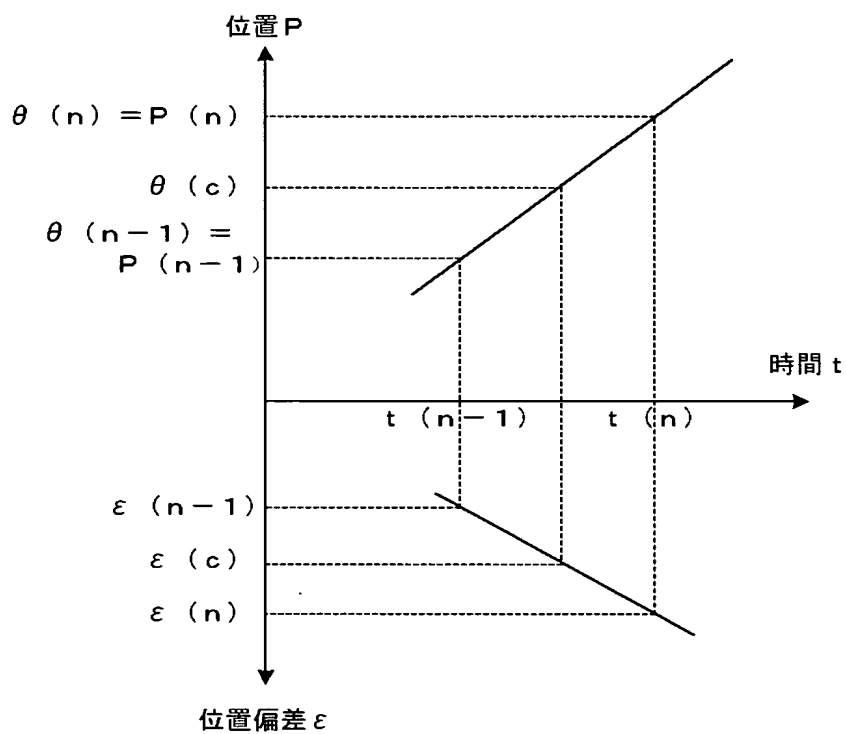
1, 2 演算器

10, 10' 学習制御手段

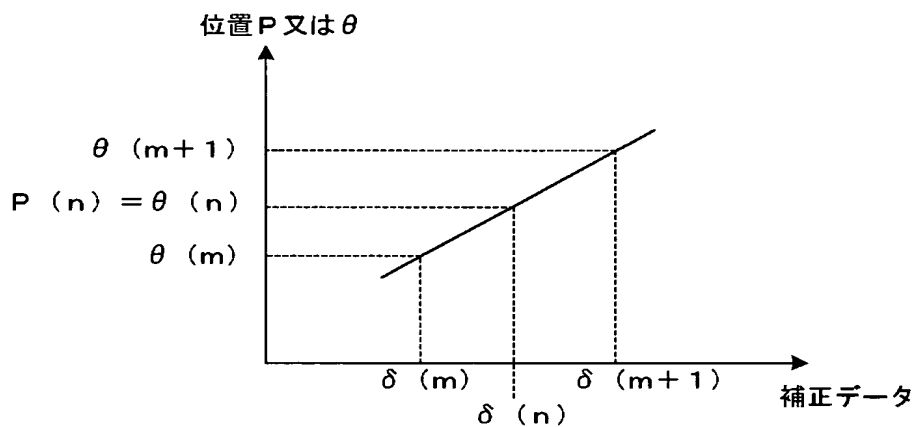
13 加算器



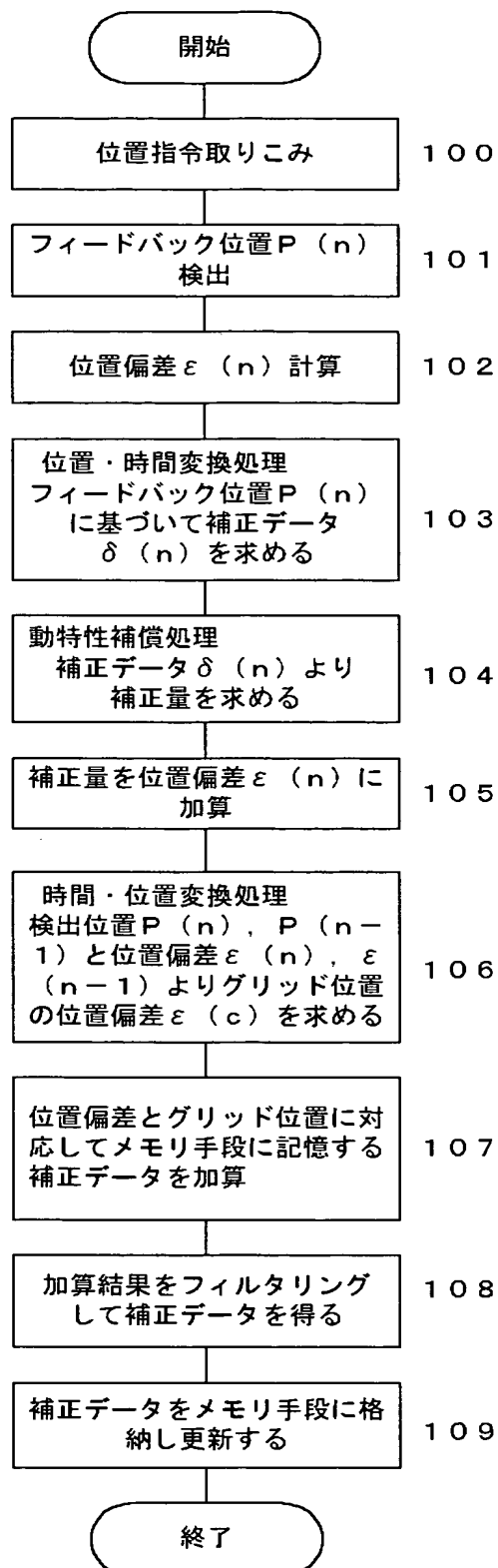
【図 2】



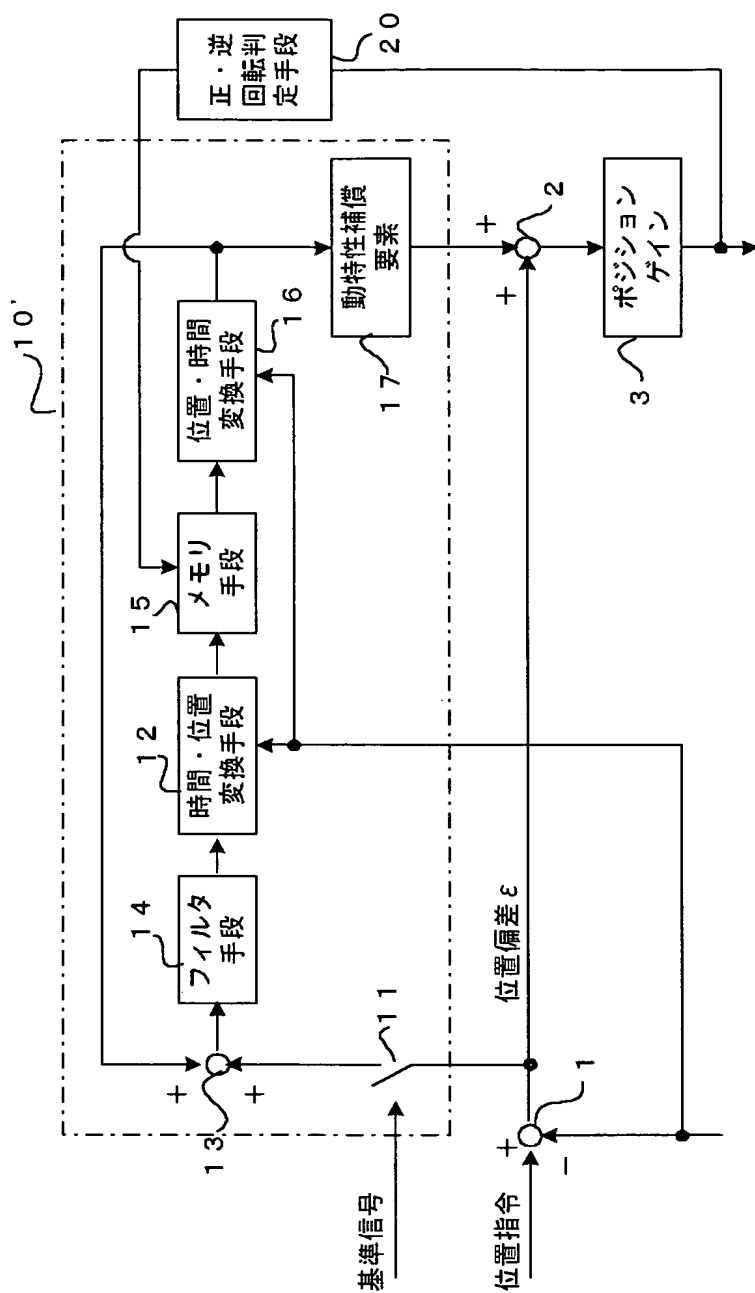
【図 3】



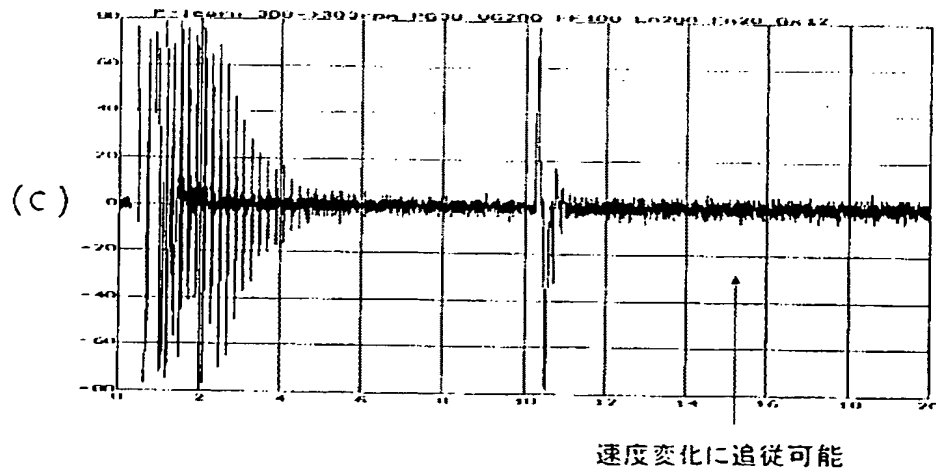
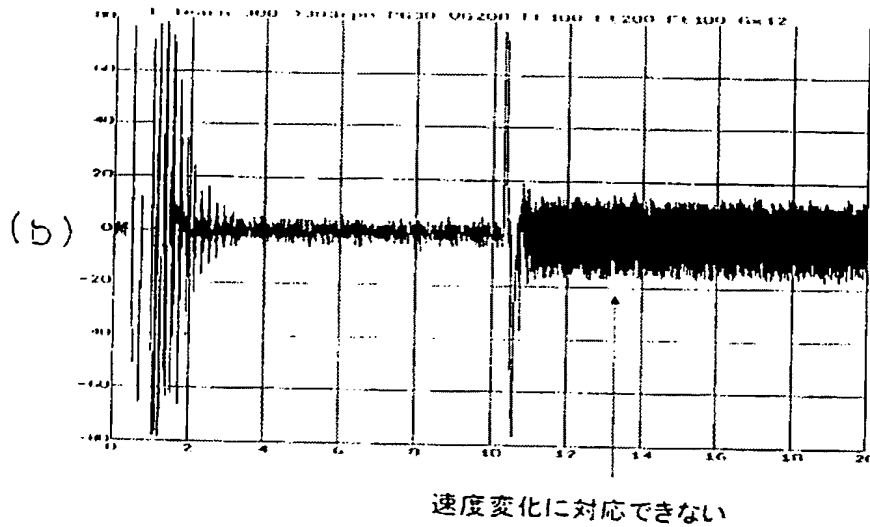
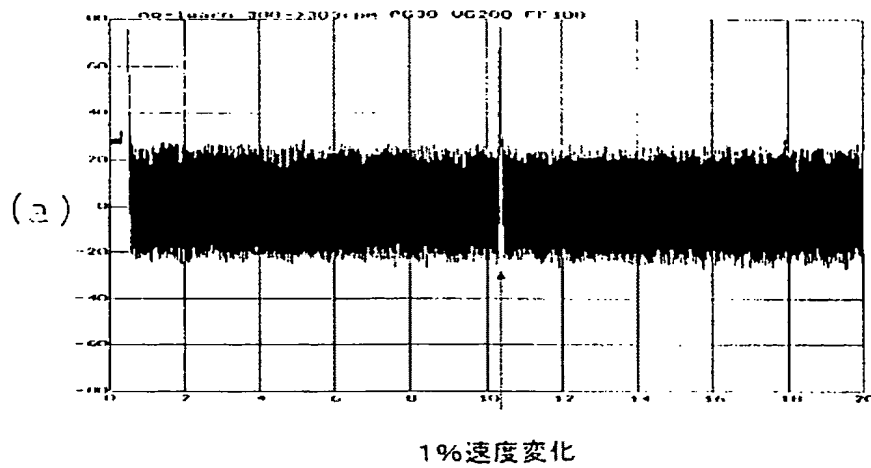
【図 4】



【図 5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 速度変動があっても、学習制御を有効に適用できるサーボモータ駆動制御装置を得る。

【解決手段】 パターン周期で繰り返し指令されて加工するときの学習制御である。時間・位置変換手段 12 でサンプリング時に求められる位置偏差  $\epsilon$  と位置検出器 8 で検出される位置より、パターン周期における被加工物の位置に対応する位置偏差を求める。該位置偏差とメモリ手段 15 に記憶する対応する補正データを加算しフィルタ処理 (14) して補正データを求め、前記位置に対応する補正データを更新する。メモリ手段 15 に記憶する位置に対応する補正データと前記検出された位置により、位置・時間変換手段 16 で当該サンプリング時の補正データを求める。この補正データより動特性補償処理して補正量を求め位置偏差に加算する。位置に応じて補正するから速度変動しても位置偏差を小さくできる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 1 1 3 5 9
受付番号	5 0 3 0 0 0 8 2 0 3 2
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 1 月 2 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 1月20日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 1 1 3 5 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 9 0 0 0 8 2 3 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地

氏 名

ファナック株式会社